

Rechtsmedizin

<https://doi.org/10.1007/s00194-021-00455-y>

Angenommen: 27. November 2020

© Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2021

S. Gleich^{1,2} · M. Graw² · S. Viehöver¹ · S. Schmidt¹ · D. Wohrab¹¹ Gesundheitsreferat, LH München, München, Deutschland² Institut für Rechtsmedizin, Ludwig-Maximilians-Universität München, München, Deutschland

COVID-19-assoziierte Sterbefälle

Erste Daten aus Münchner Todesbescheinigungen

Hintergrund

Das erste Auftreten dieser neuen Infektionskrankheit manifestierte sich im Dezember 2019 als Häufung schwerer Lungenentzündungen in Wuhan, China [1]. Als Erreger der COVID-19-Erkrankung (Corona Virus Disease 2019) wurde Anfang 2020 von chinesischen Virologen „severe acute respiratory syndrome coronavirus type 2“ (SARS-CoV-2), ein neues Beta-Coronavirus, identifiziert [2]. Die ersten Fälle in Deutschland traten Ende Januar 2020 als „Webasto-Cluster“ bei einer Automobilzulieferfirma auf: Eine chinesische Mitarbeiterin hatte dort bei einem Meeting mehrere Kollegen infiziert. Die Infizierten wurden stationär in der Infektiologie des Klinikums München Schwabing behandelt und wiesen durchgängig leichte Verläufe mit milden respiratorischen Symptomen auf [3]. Aufgrund der durchgeführten Ermittlungen des öffentlichen Gesundheitsdienstes und der angeordneten Quarantänemaßnahmen gelang zunächst ein erfolgreiches Containment. Als unmittelbare Reaktion auf das Auftreten einer neuen Infektionskrankheit in Deutschland wurde mit der „Verordnung über die Ausdehnung der Meldepflicht nach § 6 Abs. 1 Satz 1 Nummer 1 und § 7 Absatz 1 Satz 1 des Infektionsschutzgesetzes“ zum 01.02.2020 die namentliche Meldepflicht für COVID-19-Verdachtsfälle, -Erkrankungsfälle und labordiagnostische SARS-CoV-2-

Nachweise eingeführt. Zwischenzeitlich erfolgte eine Anpassung der §§ 6 und 7 des Infektionsschutzgesetzes. Unverzüglich namentlich meldepflichtig sind beim örtlich zuständigen Gesundheitsamt, entsprechend dem Hauptwohnsitz des Infizierten, durch den behandelnden Arzt Verdacht, Erkrankung und Tod bzw. durch das untersuchende Labor der labordiagnostische Nachweis von SARS-CoV-2. Zunächst traten die Infektionen bundesweit im Zusammenhang mit Karnevalsfeiern (z. B. Heinsberg), Reiserückkehrern aus den Skiferien (z. B. Ischgl in Tirol, Südtirol) sowie Bierfesten auf. Am 04.03.2020 waren dem Robert Koch-Institut bereits 262 Infektionen aus 15 Bundesländern gemeldet worden [4]. Zu den im deutschen Meldesystem bei Infizierten am häufigsten erfassten Symptomen zählen Husten (45 %), Fieber (38 %), Schnupfen (20 %) sowie Geruchs- und Geschmacksverlust (15 %). An einer Pneumonie erkrankten 3,0 % [5]. Es wird angenommen, dass etwa 81 % der diagnostizierten Personen einen milden, 14 % einen schwereren und 5 % einen kritischen Krankheitsverlauf zeigen [6]. 3,8 % aller Personen mit bestätigten COVID-19-Infektionen in Deutschland sind im Zusammenhang mit dieser Erkrankung verstorben [4].

Die ersten Meldungen im Stadtgebiet München, die nicht im Zusammenhang mit dem oben erwähnten Webasto-Cluster standen, gingen beim Gesundheitsreferat (GSR) am 28.02.2020 (2 Meldungen) und am 02.03.2020 (3 Meldungen) ein. In der Folge kam es zu einem exponentiellen Anstieg mit einem Maximum von 274 gemeldeten Fällen am 22.03.2020, dann zu einem langsamen, aber stetigen Sinken

der Fallzahlen. Zum Ende des Auswertungszeitraums der im folgenden vorgestellten Studie, am 31.07.2020, wurden 22 Fälle gemeldet [7]. Dieses Absinken an Neuinfektionen erklärt sich durch das Ausruhen des Katastrophenfalls in Bayern am 16.03.2020 [8]. Durch weitreichende Einschränkungen des öffentlichen Lebens wurden die Anzahl der zwischenmenschlichen Kontakte und damit das potenzielle Infektionsrisiko deutlich verringert.

Zu den ansteigenden Zahlen gemeldeter Neuinfizierter, zeitlich um etwa 10 Tage verschoben, stieg auch die Belegung der Münchner Krankenhausbetten mit COVID-19-Patienten mit einem Maximum am 06.04.2020. An diesem Tag wurden knapp 600 COVID-19-Patienten stationär in Münchner Kliniken behandelt, davon ca. ein Viertel beatmet auf Intensivstationen [9]. Während der Pandemie entwickelten sich ausgeprägte Forschungstätigkeiten, und es erschienen zahlreiche Publikationen. Eine Recherche in der PubMed-Datenbank unter dem Suchbegriff „COVID-19“ ergab am 24.09.2020 57.433 Treffer. Nahezu alle medizinischen Fachdisziplinen sind vertreten: neben Grundlagenforschern wie Virologen, Immunologen, Pharmakologen und Genomforschern Kliniker wie Hämatologen, Hämostaseologen, Kardiologen, Pneumologen, Pädiater und Intensivmediziner. Der Bundesverband Deutscher Pathologen (BDP) und die Deutsche Gesellschaft für Pathologie (DGP) sowie die Deutsche Gesellschaft für Rechtsmedizin (DGRM) und der Berufsverband Deutscher Rechtsmediziner (BDRM) fordern möglichst zahlreiche Obduktionen von

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in dieser Fachpublikation in der Regel das generische Maskulinum als geschlechtsneutrale Form verwendet.

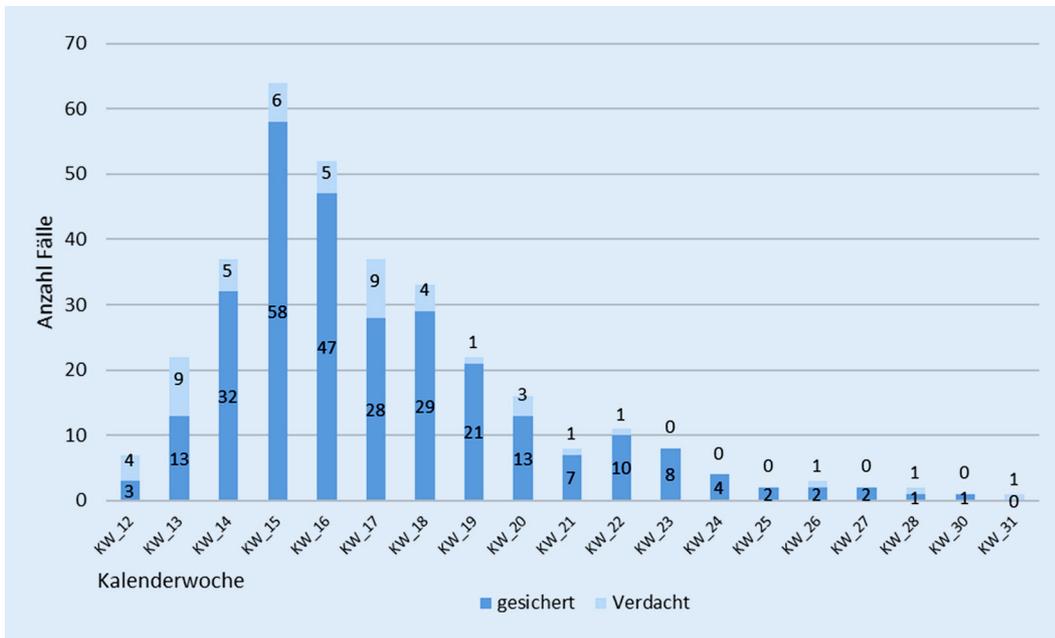


Abb. 1 ◀ Zeitlicher Verlauf der COVID-19-assoziierten Sterbefälle, $n=332$ (gesicherte Fälle $n=281$, Verdachtsfälle $n=51$)

Coronaverstorbenen, um aus den Erkenntnissen weitere Therapieoptionen abzuleiten [10, 11]. Rechtsmediziner in Deutschland obduzierten Verstorbene unter dem Motto „Mortui vivos docent“ und publizierten erste Ergebnisse [12, 13]. Das rechtsmedizinische Institut in Hamburg ging einen Sonderweg: Es handelte sich bei den dort obduzierten COVID-19-Verstorbenen nur in Einzelfällen um gerichtliche Sektionen gemäß § 87 StPO, überwiegend waren die Sektionen vom Gesundheitsamt auf der Grundlage von § 25 Abs. 4 IfSG angeordnet worden [14]. Bislang wurde noch keine systematische Auswertung von Todesbescheinigungen COVID-19-assoziiertes Sterbefälle vorgestellt. Auf diesem Hintergrund entstand die Idee zur Durchführung einer Studie.

Studienziel

Es sollen folgende Fragen beantwortet werden:

- Wie viele COVID-19-assoziierte Sterbefälle gab es in München?
- Wie hoch war das Sterbealter, und wie war die Geschlechtsverteilung?
- Wie häufig wurden Warnhinweise auf den Todesbescheinigungen angebracht?

- Wie war die Verteilung der Sterbeorte? Wie häufig verstarben Erkrankte auf Intensivstationen?
- Wie verteilten sich die vom Leichenschauer (LS) bescheinigten Todesarten?
- Wie häufig war die Erkrankung todesursächlich bzw. nichttodesursächlich – „Tod mit oder an COVID“?
- Welche Todesursachen wurden bescheinigt?
- Welche Grunderkrankungen bestanden?
- Zeigten sich Unterschiede bei der Durchführung von Obduktionen in Abhängigkeit von Todesart, von diagnostischer Sicherheit (gesicherte Fälle vs. Verdachtsfälle) und vom Alter?
- Wie häufig wurden klinisch-pathologische und wie häufig gerichtliche Obduktionen durchgeführt?

Methode

Es erfolgte eine fortlaufende Sichtung aller für den Sterbezeitraum vom 01.03.2020 bis zum 31.07.2020 (KW 12–KW 31) beim GSR eingegangenen Todesbescheinigungen. Da alle Todesbescheinigungen gemäß Art. 3a Bestattungsgesetz (BestG) bei den für den Sterbeort örtlich zuständigen Gesundheitsämtern archiviert werden, konnte

eine vollständige Untersuchung aller Sterbefälle im Stadtgebiet München erfolgen.

Die vorab festgelegten Einschlusskriterien für die Studie waren die Angabe von „Corona, COVID-19, SARS-CoV-2“ in den Rubriken „Todesursache/klinischer Befund“ bzw. „weitere bestehende Grunderkrankungen“ der Todesbescheinigungen. Es wurde ausschließlich anhand der von den leichenschauenden Ärzten gemachten Angaben unterschieden, zwischen „gesicherten Fällen“ mit konkreter Angabe einer SARS-CoV-2-Infektion und „Verdachtsfällen“ mit Angabe von „Verdacht auf“, „V.a. COVID-19, Befund noch ausstehend“. Alle Daten wurden direkt aus den Todesbescheinigungen erhoben. Es erfolgte eine nach Schlüssel standardisierte, anonymisierte Eingabe in Microsoft Excel (Microsoft Office 2011), die Auswertung wurde mit SPSS, Version 26.0, durchgeführt. Es wurde deskriptiv ausgewertet: Kontinuierliche Variablen wurden jeweils mit Mittelwert, Median, Minimum, Maximum und Spannweite angegeben, kategoriale Variablen in Anzahl und Prozent.

Es wurde kein Ethikkommissionsantrag gestellt, da die Auswertung der Daten durch die Gesundheitsämter zur Erfüllung ihrer gesetzlichen Aufgaben nach Art. 3a BestG zulässig ist. Die Auswer-

Rechtsmedizin <https://doi.org/10.1007/s00194-021-00455-y>
 © Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2021

S. Gleich · M. Graw · S. Viehöver · S. Schmidt · D. Wohlrab

COVID-19-assoziierte Sterbefälle. Erste Daten aus Münchner Todesbescheinigungen

Zusammenfassung

Hintergrund. Im Dezember 2019 trat die neue Infektionskrankheit COVID-19 erstmalig in China auf. Bislang wurde noch keine systematische Auswertung von Todesbescheinigungen COVID-19-assoziiertes Sterbefälle vorgestellt.

Methode. Analysiert wurden die Todesbescheinigungen aller Sterbefälle in München im Sterbezeitraum vom 01.03. bis zum 31.07.2020. Die vorab festgelegten Einschlusskriterien waren die Angabe von „Corona, COVID-19, SARS-CoV-2“ in den Todesbescheinigungen. Es erfolgte eine standardisierte, anonymisierte Dateneingabe. Die erhobenen Daten wurden deskriptiv ausgewertet.

Ergebnisse. Im Untersuchungszeitraum verstarben insgesamt 5840 Personen. Von diesen Sterbefällen waren 332 (5,7%)

COVID-19-assoziiert. Bei 281 Verstorbenen (84,6%) bestand eine gesicherte COVID-19, bei 51 Verstorbenen (15,4%) der Verdacht auf diese Erkrankung. Häufigste Todesursachen waren „acute respiratory distress syndrome“/respiratorische Insuffizienz (59,1%), Multiorganversagen (21,4%) und Sepsis (10%). Es waren durchschnittlich 1,8 Vorerkrankungen angegeben worden. Am häufigsten genannt wurden Krankheiten des Kreislaufsystems (54,8%), des Nervensystems (22,8%) und Stoffwechselkrankheiten (18,9%). Das durchschnittliche Sterbealter lag bei 79 Jahren; häufigster Sterbeort war das Krankenhaus (85%). Eine Obduktion wurde vom Leichenschauer bei 18,1% des Kollektivs angestrebt, am häufigsten bei ungeklärter bzw. nichtnatürlicher Todesart und jungem Alter der Verstorbenen. Klinisch-

pathologische Obduktionen wurden bei 11% des Kollektivs durchgeführt, gerichtliche Obduktionen bei 1%.

Diskussion. Es handelt sich bei dieser Studie um die erstmalige Auswertung von Todesbescheinigungen im Hinblick auf die Infektionskrankheit COVID-19. Anzahl und wesentliche Charakteristika der COVID-19-assoziierten Sterbefälle in München während der sog. ersten Welle konnten abgebildet werden. Es zeigte sich trotz des Auftretens einer neuen Infektionskrankheit ein eher geringes Interesse der Ärzte an Obduktionen.

Schlüsselwörter

Pandemie · Coronavirus · Todesursachen · Obduktionen · Öffentlicher Gesundheitsdienst

COVID-19-associated deaths. First data from Munich death certificates

Abstract

Introduction. In December 2019, the new infectious coronavirus disease 2019 (COVID-19) first appeared in China. So far, no systematic evaluation of death certificates of COVID-19-associated deaths has been presented.

Methods. The death certificates of all deaths in Munich during the period from 1 March to 31 July 2020 were analyzed. The previously defined inclusion criteria were the indication of corona, COVID-19 and SARS-CoV-2 in the death certificates. The variables were entered anonymously according to a developed key. The collected data were evaluated descriptively.

Results. In the period under investigation, a total of 5840 people died in the Munich City area. Of these deaths 332 (5.7%) were COVID-

19-associated. In 281 deaths (84.6%) there was a definite COVID-19 and in 51 deaths (15.4%) the suspicion of this disease. The most frequent causes of death were acute respiratory distress syndrome or respiratory insufficiency (59.1%), multiple organ failure (21.4%) and sepsis (10%). An average of 1.8 pre-existing illnesses were reported in the death certificates. Most frequently mentioned were diseases of the circulatory system (54.8%), the nervous system (22.8%) and metabolic diseases (18.9%). The average age at death was 79 years and the most frequent place of death was a hospital (85%). An autopsy was attempted by the doctors who issued the death certificates for 18.1% of the collective, most frequently in the case of unexplained or unnatural causes of death

and young age of the deceased. Clinical pathological autopsies were performed on 11% of the collective and judicial autopsies on 1%.

Discussion. This study is the first evaluation of death certificates with respect to the novel infectious COVID-19. Number and essential characteristics of COVID-19-associated deaths in Munich during the so-called first wave could be mapped. The interest of physicians in autopsies was rather low despite the appearance of a new infectious disease.

Keywords

Pandemic · Coronavirus · Causes of death · Autopsies · Public health service

tion erfolgte anonymisiert in aggregierter Form.

Ergebnisse

Kollektive

Im Untersuchungszeitraum verstarben im Stadtgebiet München insgesamt 5840 Personen. Von allen Sterbefällen waren 332 (5,7%) COVID-19-assoziiert.

Laut leichenschauenden Ärzten bestand bei diesem Kollektiv bei 281 Verstorbenen (84,6%) eine gesicherte COVID-19-Erkrankung und bei 51 Verstorbenen (15,4%) der Verdacht auf diese Erkrankung. Keine dieser Todesbescheinigungen musste wegen formaler Fehler oder wegen gravierender Fehler wie falsch bescheinigtem natürlichen Tod an den LS zur Korrektur zurückgesendet werden.

Zeitlicher Verlauf der COVID-19-assoziierten Sterbefälle

Der zeitliche Verlauf der COVID-19-assoziierten Sterbefälle kann **Abb. 1** entnommen werden: Nach einem raschen Anstieg mit Maximum in der 15. Kalenderwoche kam es zu einem sukzessiven Rückgang; in der 29. Kalenderwoche war erstmalig kein Todesfall aufgetreten.

Tab. 1 Ausgewählte Daten der gesicherten COVID-19-Sterbefälle

Parameter	Gesicherte COVID-19-Fälle n = 281 (100 %)
Geschlecht	
Männlich	166 (59,1 %)
Weiblich	115 (40,9 %)
Sterbealter in Jahren	
Mittelwert	78,9
Median	81,0
Spannweite	84 (Min 17, Max 101)
Altersgruppen	
0–14 Jahre	0 (0,0 %)
15–34 Jahre	2 (0,7 %)
35–59 Jahre	18 (6,4 %)
60–79 Jahre	107 (38,1 %)
≥ 80 Jahre	154 (54,8 %)
Wohnort	
Stadtgebiet München	205 (73,0 %)
Außerhalb	76 (27,0 %)
Sterbeorte	
Klinik, alle Stationen	240 (85,4 %)
Klinik, Intensivstation	97 (34,5 %)
Pflegeeinrichtung	38 (13,5 %)
Privatadresse	2 (0,7 %)

Nachfolgend eine kurze Synopse der ersten beiden COVID-19-assoziierten Sterbefälle in München: Am 17.03.2020 wurde eine 73-jährige Frau tot in ihrer Wohnung aufgefunden, nachdem besorgte Angehörige die Polizei verständigt hatten. Die Verstorbene war nach einem Aufenthalt in Südtirol an Fieber und Husten erkrankt. Der LS des forensischen Leichenschauhauses äußerte aufgrund dieser Angaben den Verdacht auf eine todesursächliche COVID-19-Erkrankung und attestierte bei nichtbekannten Grunderkrankungen eine ungeklärte Todesart. Durch die Staatsanwaltschaft erfolgte eine Freigabe der Verstorbenen zur Bestattung, somit konnte keine autopsische Klärung der Todesursache/Verifizierung dieses Verdachtes erfolgen. Am 19.03.2020 verstarb der erste gesicherte Fall auf der Intensivstation einer Münchner Klinik. Es handelte sich um einen 80-jährigen zu Hause lebenden Mann. Todesursächlich war ein Multiorganversagen bei vorbestehenden Grunderkrankungen (arterielle Hypertonie, Diabetes mellitus,

Tab. 2 Parameter der Leichenschau

Parameter	Gesicherte COVID-19-Fälle n = 281 (100 %)
Leichenschauer	
Klinikarzt	240 (85,4 %)
Niedergelassener Arzt	41 (14,6 %)
Leichenschauendienst	0 (0,0 %)
Angekreuzter Warnhinweis Infektiosität im NVT ^a	257 (91,5 %)
Klare Benennung Krankheit im NVT ^a	67 (23,8 %)
Erkrankung todesursächlich (in 1a–c unmittelbare Todesursachen)	263 (93,6 %)
Erkrankung nichttodesursächlich (in II sonstige Erkrankungen)	18 (6,4 %)
Attestierte Todesarten	
Natürlich	266 (94,7 %)
Ungeklärt	8 (2,8 %)
Nichtnatürlich	7 (2,5 %)
Obduktion angestrebt	51 (18,1 %)
Obduktion durchgeführt	31 (11,0 %)
Natürliche Todesart	29 (10,3 %)
Ungeklärte Todesart	1 (0,4 %)
Nichtnatürliche Todesart	1 (0,4 %)

^a Nichtvertraulicher Teil der Todesbescheinigung

Hypercholesterinämie). Bei bescheinigter natürlicher Todesart war vom LS keine klinisch-pathologische Obduktion angestrebt worden.

Gesicherte COVID-19-Fälle

Demografische Daten und Sterbeorte

Insgesamt wurden anhand der Angaben in den Todesbescheinigungen 281 Fälle als gesicherte COVID-19-Fälle eingeordnet. Der überwiegende Anteil der gesicherten COVID-19-Fälle war mit 166 Verstorbenen (59,1 %) männlich. Das durchschnittliche Sterbealter lag bei 78,9 Jahren (Median 81 Jahre, Minimum 17 Jahre, Maximum 101 Jahre). Die meisten Sterbefälle fanden sich in der Altersgruppe der Hochbetagten mit einem Alter ≥ 80 Jahren mit 154 Fällen (54,8 %), gefolgt von der Altersgruppe der 60- bis 79-Jährigen mit 107 Fällen (38,1 %). 205 Verstorbene (73,0 %) hatten

Tab. 3 In den Todesbescheinigungen angegebene Todesursachen

Todesursachen analog ICD-10 ^a	Gesicherte COVID-19-Fälle n = 281 (100 %)
COVID-19-Erkrankung	265 (94,3 %)
ARDS ^b /respiratorische Insuffizienz	166 (59,1 %)
Multiorganversagen	60 (21,4 %)
Sepsis	28 (10,0 %)
Hirnblutung	3 (1,1 %)
Lungenembolie	3 (1,1 %)
Hirnödem	1 (0,4 %)
GI-Blutung	1 (0,4 %)
Myokarditis	1 (0,4 %)
Herzrhythmusstörungen	1 (0,4 %)
Sonstige Symptomatik	1 (0,4 %)
Krankheiten des Kreislaufsystems	14 (5,0 %)
Herzinsuffizienz	2 (0,7 %)
Myokardinfarkt	4 (1,4 %)
Apoplex	2 (0,7 %)
Äußere Ursachen von Morbidität und Mortalität	2 (0,7 %)
Suizid	2 (0,7 %)

^a 10. Revision der Internationalen Statistischen Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme

^b „Acute respiratory distress syndrome“ (akutes Atemnotsyndrom)

ihren Wohnsitz im Stadtgebiet München. Häufigster Sterbeort war bei 240 Fällen (85,4 %) das Krankenhaus, 97 davon auf einer Intensivstation. Zweithäufigster Sterbeort war eine Pflegeeinrichtung (38 Fälle, 13,5 %, [Tab. 1](#)).

Parameter der Leichenschau

Der Verteilung der Sterbeorte entsprechend wurden bei den 281 gesicherten COVID-19-Fällen die meisten Leichenschauen von Klinikärzten, d. h. bei 240 Fällen (85,4 %), durchgeführt, gefolgt von niedergelassenen Ärzten bei 41 Fällen (14,6 %), siehe [Tab. 2](#). Der forensische Leichenschauendienst war in keinen Fall involviert. Bei 257 Fällen (91,5 %) war vom LS auf dem nichtvertraulichen Teil der Todesbescheinigung das Kreuz bei „Infektionsgefahr“ gesetzt worden, bei 67 Fällen (23,8 %) wurde die Infektionskrankheit dort konkret genannt. Die LS bewerteten COVID-19 bei 263 Fällen (93,6 %) als todesursächlich, als nicht-

Tab. 4 Dokumentierte Vorerkrankungen der gesicherten COVID-19-Sterbefälle

Vorerkrankungen analog ICD-10 ^a	Gesicherte COVID-19-Fälle n = 281 (100 %)
Anzahl Vorerkrankungen	
Mittelwert	1,8
Median	2,0
Spannweite	6 (Min 0, Max 6)
A00-B99 Best. infektiöse u. parasitäre Krankheiten	16 (5,7 %)
C00-C97 Bösartige Neubildungen	40 (14,2 %)
D50-D89 Krankheiten des Blutes, der blutbildenden Organe	5 (1,8 %)
E00-E90 Endokrine, Ernährungs- und Stoffwechselkrankheiten	53 (18,9 %)
F00-F99 Psychische und Verhaltensstörungen	8 (2,8 %)
G00-H95 Krankheiten des Nervensystems und der Sinnesorgane	64 (22,8 %)
I00-I99 Krankheiten des Kreislaufsystems	154 (54,8 %)
J00-J99 Krankheiten des Atmungssystems	32 (11,4 %)
K00-K93 Krankheiten des Verdauungssystems	13 (4,6 %)
M00-M99 Krankheiten des Muskel-Skelett-Systems und des Bindegewebes	14 (5,0 %)
N00-N99 Krankheiten des Urogenitalsystems	36 (12,8 %)

^a 10. Revision der Internationalen Statistischen Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme

todesursächlich bei 18 Fällen (6,4%). Weitaus am häufigsten wurde eine natürliche Todesart bescheinigt (266 Fälle, 94,7%). Eine ungeklärte bzw. nichtnatürliche Todesart wurde bei 8 (2,8%) bzw. 7 Verstorbenen (2,5%) attestiert. Bei diesen Fällen von den LS genannte Begleitumstände waren im Zeitraum innerhalb eines Monats vor dem Versterben durchgeführte ärztliche Eingriffe (Band-scheibenoperation, Implantation einer Duokopfprothese/Totalendoprothese, Stenting bei KHK), Stürze mit Komplikationen (Liegetrauma, Frakturen von Acetabulum, Schenkelhals, Halswirbelkörper) sowie 2 Suizide. Eine Obduktion wurde vom LS bei 51 Fällen (18,1%) des Kollektivs angestrebt. In

29 Fällen (10,3%) wurden klinisch-pathologische Obduktionen durchgeführt, davon eine Verwaltungssektion. Diese war durch die Gesundheitsbehörde bei einem nichtvorerkrankten 35-Jährigen mit fulminantem Krankheitsverlauf auf der Grundlage des §25 Abs. 4 Infektionsschutzgesetz angeordnet worden. Als Todesursache wurde ein Schock bei respiratorischem Versagen festgestellt. Je ein Sterbefall mit ungeklärter bzw. nichtnatürlicher Todesart wurde auf Verfügung der Staatsanwaltschaft im Institut für Rechtsmedizin der Universität München obduziert. Beim ersten Fall handelte es sich um einen Mann Anfang 50, der von seiner Lebensgefährtin in der Wohnung leblos auf dem Boden liegend vorgefunden wurde. Als Todesursache wurden offenbar rezidivierende Lungenembolien, ausgehend von einer rechtsseitigen Oberschenkelvenenthrombose, festgestellt. Beim zweiten Fall handelte es sich um einen jungen Mann, der bei bestehender COVID-19-Pneumonie an den Folgen einer Hirnschädigung bei Insulinüberdosierung verstarb.

Todesursachen

Bei 265 der 281 gesicherten Fälle (94,3%) war nach Einschätzung des LS die COVID-19-Erkrankung todesursächlich. Am häufigsten verstarben die Erkrankten in 166 Fällen (59,1%) am „acute respiratory distress syndrome“ (ARDS) bzw. an respiratorischer Insuffizienz, in 60 Fällen (21,4%) an Multiorganversagen und in 28 Fällen (10,0%) an einer Sepsis (Tab. 3). Bei 14 der gesicherten Fälle (5%) wurden vom leichenschauenden Arzt Krankheiten des Kreislaufsystems als todesursächlich bewertet. Bei 2 Fällen (0,7%) war ein Suizid todesursächlich. Beide Fälle befanden sich aufgrund einer psychiatrischen Vorerkrankung (Persönlichkeitsstörung, Depression) in fachärztlicher psychiatrischer Behandlung.

Dokumentierte Vorerkrankungen

In den Todesbescheinigungen der gesicherten 281 COVID-19-Fälle waren durchschnittlich 1,8 Vorerkrankungen angegeben worden (Median 2,0, Minimum 0, Maximum 6). Am häufigsten

waren hierbei Krankheiten des Kreislaufsystems vertreten (154 Fälle, 54,8%), gefolgt von Krankheiten des Nervensystems (64 Fälle, 22,8%), Stoffwechselkrankheiten (53 Fälle, 18,9%) und bösartigen Neubildungen (40 Fälle, 14,2%), (Tab. 4). Eine nähere Untersuchung der Krankheitsentitäten ergab bei den Kreislauferkrankungen: koronare Herzkrankung: 71 Fälle (25,3%), arterielle Hypertonie: 64 Fälle (22,8%), Herzinsuffizienz: 32 Fälle (11,4%) und periphere arterielle Verschlusskrankheit: 25 Fälle (8,9%). Bei den Krankheiten des Nervensystems bestand bei 43 Fällen (15,3%) eine Demenz und bei 13 Fällen (4,6%) ein M. Parkinson. Die angegebenen Stoffwechselkrankheiten waren Diabetes mellitus bei 44 (15,7%), Hypercholesterinämie bei 3 (1,1%) und Adipositas bei 4 Verstorbenen (1,4%). Die 3 am häufigsten von bösartigen Neubildungen betroffenen Organsysteme waren: lymphatisches und blutbildendes System bei 16 Verstorbenen (5,7%), Genital- und Harnorgane bei 9 Verstorbenen (3,2%) und Brustdrüse bei 4 Verstorbenen (1,4%). Eine psychische Erkrankung in Form einer Alkoholkrankheit bestand bei 8 Verstorbenen (2,8%).

COVID-19-assoziierte Sterbefälle

Angestrebte Obduktionen

Die Analyse der Todesbescheinigungen aller 332 COVID-19-assoziierten Sterbefälle mit der Fragestellung nach angestrebten Obduktionen in Abhängigkeit von der Todesart ergab: Bei attestierter natürlicher Todesart wurde bei einem knappen Fünftel der Fälle eine Obduktion angestrebt, bei attestierter ungeklärter Todesart und bei attestierter nichtnatürlicher Todesart bei jeweils mehr als der Hälfte der Fälle (Abb. 2). Untersuchte man die Fragestellung, ob die diagnostische Sicherheit einen Einfluss auf den Obduktionswunsch hatte, zeigte sich, dass bei gesicherter COVID-19-Diagnose bei 51 Verstorbenen (18,0%) und bei Verdacht auf eine COVID-19-Infektion bei 13 Verstorbenen (25,5%) eine Obduktion angestrebt wurde (Abb. 3). Mit zunehmendem Alter der Verstorbenen nahm der Obduktionswunsch der LS ab: Dieser sank in den untersuchten Altersgrup-

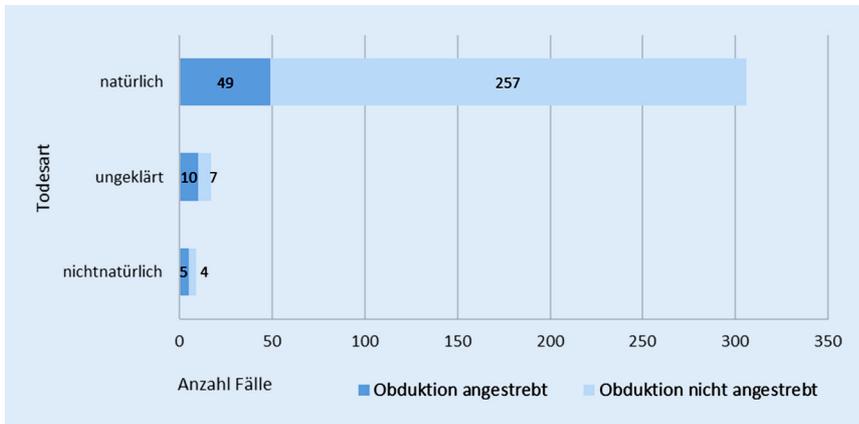


Abb. 2 ▲ In Abhängigkeit von der Todesart vom LS angestrebte Obduktion bei COVID-19-assoziierten Sterbefällen, $n = 332$

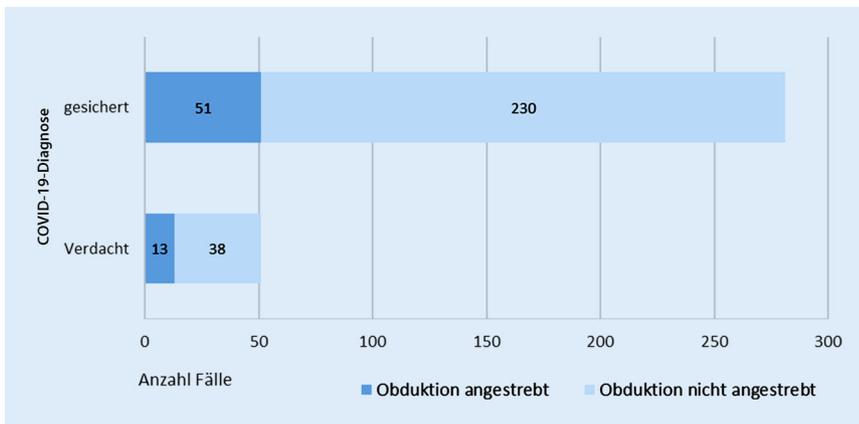


Abb. 3 ▲ In Abhängigkeit von der diagnostischen Sicherheit vom LS angestrebte Obduktion bei COVID-19-assoziierten Sterbefällen, $n = 332$

pen kontinuierlich von 100 % der Fälle (0 bis 14 Jahre) auf 52 % (35 bis 59 Jahre), auf 25 % (60 bis 70 Jahre) und auf 11 % (≥ 80 Jahre) ab (■ **Abb. 4**).

Diskussion

Fall- und Sterbezahlen

Im Untersuchungszeitraum wurden beim Robert Koch-Institut für Deutschland 208.436, für Bayern 50.867 und für München 7289 Neuinfektionen mit dem SARS-CoV-2-Virus gemeldet. In diesem Zeitraum verstarben bundesweit 9141, in Bayern 2622 und 222 Personen mit Hauptwohnsitz München an dieser Erkrankung. Somit betrug die „case fatality rate“ (CFR, Zahl der gemeldeten verstorbenen Fälle durch die Zahl der gemeldeten Fälle) auf Bundesebene 4,4 %, auf Landesebene 5,2 % und auf Stadtebe-

ne 3,1 % [4, 7]. Deutschland liegt damit unter den Werten anderer europäischer Länder. Die CFR betrug beispielsweise in Italien 10,9 %, in Großbritannien 8 %, in Frankreich 4,8 % und in Spanien 4,5 %. Kanada und die USA wiesen mit 5,5 % bzw. 2,8 % vergleichbare bzw. niedrigere Werte auf [15]. Die Zuordnung von Coronafällen geschieht auf der Grundlage des Infektionsschutzgesetzes grundsätzlich nach dem Wohnortprinzip. Ein Münchner Fall ist demnach ein Coronainfizierter, der in München wohnt. Keine Münchner Fälle sind dagegen Coronainfizierte, die in einem Münchner Krankenhaus stationär aufgenommen wurden und dort verstarben, ihren Wohnsitz aber im Umland haben. Letzteres traf in unserer Studie für ein gutes Viertel der Verstorbenen zu, die in Münchner Kliniken behandelt wurden. Die Münchner Krankenhauslandschaft

verfügt über eine überregionale Versorgungsstruktur; es gibt 51 Plankrankenhäuser mit 4 Schwerpunktkliniken und 2 Universitätskliniken [16]. In unsere Studie wurden unabhängig vom Wohnort alle Sterbefälle im Münchner Stadtgebiet eingeschlossen, somit erfassten wir mit unserer Methode höhere Fallzahlen als die offiziell für München ausgewiesenen: 332 Personen mit COVID-19-assoziierten Sterbefällen, davon 281 gesicherte Fälle und 51 Verdachtsfälle.

Zeitlicher Verlauf

Im zeitlichen Verlauf stiegen die Sterbefälle in der 13. Kalenderwoche ab dem 23.03.2020 mit einem Maximum in der 15. Kalenderwoche an und fielen allmählich bis zum Ende des Untersuchungszeitraumes ab. Bundesweit zeigte sich ein ähnlicher Verlauf wie in München, in einer anderen Großstadt, in Frankfurt am Main, traten jedoch ab dem 19.04.20 nur noch vereinzelte Sterbefälle auf – die Gründe hierfür sind unklar [4, 7, 17].

Risikofaktoren

Frauen und Männer sind von einer SARS-CoV-2-Infektion etwa gleich häufig betroffen, Männer erkranken jedoch häufiger schwerer als Frauen [18]. Laut den Meldedaten des Robert Koch-Institutes beträgt der Anteil der verstorbenen Männer an den Erkrankten 55 % [4]. Der Anteil der verstorbenen Männer in dieser Studie betrug knapp 60 %. Das in unserem Studienkollektiv erhobene durchschnittliche Sterbealter lag bei 79 Jahren (Median 81 Jahre), nur knapp 7 % waren jünger als 60 Jahre, über 90 % hingegen älter. Auch bei diesem Punkt gab es eine gute Übereinstimmung mit den bundesweiten Meldedaten: Dort lag das durchschnittliche Alter der Verstorbenen bei 81 Jahren (Median 82 Jahre), 86 % waren 70 Jahre und älter. Bundesweit verstarben im Untersuchungszeitraum drei Personen im Alter zwischen 3 und 20 Jahren, alle hatten bestehende Vorerkrankungen. In unserem Kollektiv hingegen verstarb niemand unter 20 Jahren an COVID-19, bei dem 17-jährigen Sterbefall mit nachgewiesener SARS-CoV-2-Infektion handelte es sich um einen Suizid. Auch

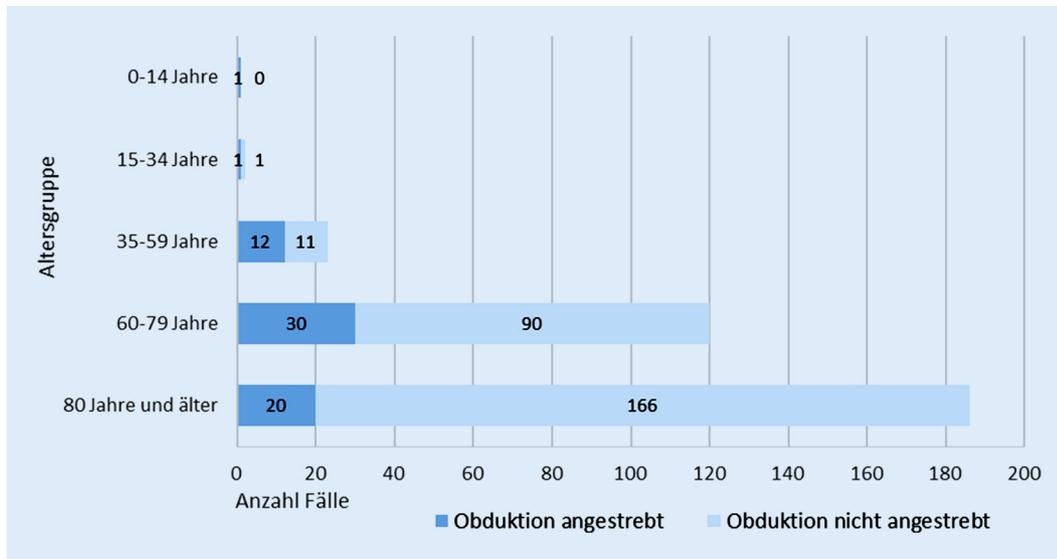


Abb. 4 ◀ In Abhängigkeit vom Lebensalter vom LS angestrebte Obduktion bei COVID-19-assozierten Sterbefällen, $n = 332$

internationale Studien bestätigen, dass die Kriterien männliches Geschlecht und höheres Alter unabhängige Risikofaktoren für einen schweren Verlauf darstellen [19–21].

Sterbeorte

In einer deutschen Sentinel-Erhebung wurde der Anteil Verstorbener unter hospitalisierten COVID-19-Patienten mit schwerer akuter Atemwegserkrankung mit 21 %, der beatmeter Intensivpatienten mit 36 % angegeben [22]. In einer weiteren deutschen Studie mit 10.021 Hospitalisierten starben insgesamt 22 % der Patienten; die Letalität beatmungspflichtiger Patienten lag bei 53 % [23]. In einer internationalen Übersichtsarbeit wurde der Anteil der Verstorbenen an den intensivmedizinisch behandelten Erkrankten auf 34 % geschätzt [24]. Nach den Daten der vorgelegten Untersuchung verstarben 86 % der gesicherten COVID-19-Sterbefälle in einer Klinik, davon ein gutes Drittel auf einer Intensivstation. Damit wurde bei an COVID-19 Verstorbenen erwartungsgemäß ein deutlich höherer Anteil des Sterbeortes Klinik als in bisherigen Sterbeortuntersuchungen erhoben: In einer populationsbezogenen deutschen Studie aus dem Jahr 2011 wurde festgestellt, dass 51,2 % der 12.424 Sterbefälle im Krankenhaus verstorben waren [25]; ähnliche Zahlen kommen aus Kanada und Großbritannien [26, 27].

Kennzeichnung als infektiöse Leiche

Gemäß den Vorgaben des Robert Koch-Institutes gelten an COVID-19 Verstorbene als „kontagiöse“ Leichen. Diese sind beim Ausfüllen der Todesbescheinigung als infektiös zu kennzeichnen, damit adäquate Schutzmaßnahmen im Umgang mit dem Leichnam ergriffen werden können. Das erfolgte jedoch bei nur bei 92 % der Verstorbenen, somit bestand bei den nichtgekennzeichneten Leichen ein potenzielles Infektionsrisiko für Dritte, da dann die Notwendigkeit nicht erkannt wird, eine ausreichende Schutzkleidung zu tragen. Dieses jedoch ist umso wichtiger, da eine aktuelle Untersuchung aus dem Frankfurter Institut für Rechtsmedizin ergab, dass die Infektivität eines an COVID-19 Verstorbenen auch nach einem postmortalen Intervall von 17 Tagen nachgewiesen werden konnte [28]. Fast ein Viertel der LS hatte neben dem gesetzten Kreuz „Infektionsgefahr“ auf dem nichtvertraulichen Teil der Todesbescheinigung den Erreger klar benannt – und das, obwohl alle Münchner Ärzte im April 2020 durch die Gesundheitsbehörde zum korrekten Ausfüllen einer Todesbescheinigung informiert und darauf hingewiesen worden waren, dass es wegen der über den Tod hinaus bestehenden ärztlichen Schweigepflicht grundsätzlich nicht zulässig ist, auf dem nichtvertraulichen Teil der Todesbescheinigung Krankheitserreger

bzw. die zum Tod führenden Diagnosen zu nennen. Offensichtlich besteht zu diesem Punkt noch immer kein Problembewusstsein der LS. Eine Münchner Untersuchung aus dem Jahr 2019 kam zu dem Ergebnis, dass in weitaus mehr Fällen, bei 90 % der bejahten Warnhinweise, der Erreger auf dem nichtvertraulichen Teil der Todesbescheinigung dokumentiert wurde, was als Verstoß gegen die ärztliche Schweigepflicht gehandelt werden könnte [29].

Todesursachen

Laut Einschätzung der leichenschauenden Ärzte war COVID-19 in unserer Untersuchung bei 94 % der gesicherten Fälle unmittelbar todesursächlich. Als die drei häufigsten Todesursachen wurden von ihnen ein ARDS/eine respiratorische Insuffizienz genannt, gefolgt von Multiorganversagen und Sepsis. Dabei zeigte sich eine gute Übereinstimmung mit einer Studie auf einer Intensivstation der Uniklinik RWTH Aachen. Auch hier traten bei den Patienten am häufigsten ARDS/respiratorische Insuffizienz, Multiorganversagen und Sepsis als todesursächliche Komplikationen auf [30]. Bei 6 % der Verstorbenen unserer Untersuchung war COVID-19 als Begleiterkrankung, Tod „mit“ COVID-19, genannt worden. Todesursächlich in diesen Fällen waren nach Bewertung durch den LS meist Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems, möglicherweise auch bei die-

ser Erkrankung als „Routinediagnosen“ geführt. Diese Einstufung ist nach fachlicher Einschätzung durch die Autoren jedoch kritisch zu bewerten und kann nur durch eine Obduktion abschließend geklärt werden. So kann ein Myokardinfarkt – eine arterielle Thrombose – selbstverständlich auf dem Boden einer vorbestehenden KHK entstehen, denkbar ist ein solches klinisches Bild jedoch auch aufgrund einer COVID-19-assoziierten Gerinnungsstörung [12, 31, 32]. Bei 2 Fällen war ein Suizid todesursächlich, nicht jedoch die SARS-CoV-2-Infektion.

Beschriebene Vorerkrankungen

Schwere Verläufe können auch bei Personen ohne bekannte Vorerkrankung [33] und bei jüngeren Patienten auftreten [34]. Das traf nur für einen einzigen Fall unseres Kollektivs zu: einen 35-jährigen Mann, weswegen von der Gesundheitsbehörde eine Verwaltungssektion angeordnet worden war. Neben den oben bereits diskutierten Risikofaktoren für einen schweren Verlauf wie männliches Geschlecht und höheres Alter werden in der internationalen Literatur an weiteren Risikofaktoren beschrieben: Rauchen [35], Adipositas [36] und bestimmte Vorerkrankungen. Dazu zählen Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems wie koronare Herzerkrankung, arterielle Hypertonie, zerebrale und peripherere arterielle Verschlusskrankheit, chronische Lungenerkrankungen wie COPD, chronische Nieren- und Lebererkrankungen, Stoffwechselerkrankungen wie Diabetes mellitus, Krebserkrankungen sowie eine Alkoholkrankheit [23, 30, 37–39]. In dem von uns untersuchten Kollektiv fanden sich alle oben genannten Vorerkrankungen wieder, am häufigsten waren Herz-Kreislauf-Erkrankungen bei mehr als der Hälfte der Verstorbenen.

Todesarten

Die Häufigkeiten der attestierten Todesarten für die gesicherten COVID-19-Fälle betragen 95 % für eine natürliche Todesart und 5 % für eine ungeklärte bzw. nichtnatürliche Todesart. Letztere waren von den leichenschauenden Ärzten attestiert worden, wenn es in zeitlichem

Zusammenhang zum Versterben zu Stürzen bzw. medizinischen Interventionen gekommen war. Diese Zahlen weichen etwas von den in München erhobenen Zahlen einer anderen Studie ab; damals waren zu 84 % eine natürliche Todesart und zu 16 % eine ungeklärte bzw. nichtnatürliche Todesart bescheinigt worden [40]. Das spricht dafür, dass in fast allen Fällen die Infektion als todesursächlich und somit die Voraussetzungen für eine natürliche Todesart gegeben sind.

Obduktionen

Obduktionen sind unabdingbar zur Feststellung der tatsächlichen Todesursache. Ein Blick in die Vergangenheit zeigt, dass eine weitere Infektionskrankheit, die Legionellose, erst aufgrund der Durchführung von Obduktionen verstanden wurde [41]. Ebenso wurden für den klinischen Verlauf von COVID-19 relevante Erkenntnisse erst durch Autopsien und die histopathologische Aufarbeitung der entnommenen Präparate gewonnen. Es zeigten sich ein häufiges Vorkommen von thromboembolischen Ereignissen, Lungeninfarkten, Lungenembolien, Thrombosierungen von peripheren Beinvenen, kleinen Lungenerkrankungen und Koronarien, Auffälligkeiten in den parenchymatösen Organen wie diffuser Alveolarschaden und hyaline Membranen der Alveolen, Myokarditis, Kardiomegalie, Niereninfarkte, Vaskulitis, Endotheliitis und interstitielle Nephritis [12, 32, 42–45]. COVID-19 ist somit im Gegensatz zur Influenza nicht als „Lungenerkrankung“, sondern als systemisch verlaufende Infektionskrankheit zu bewerten. Die autopsisch erhaltenen Untersuchungsergebnisse flossen unmittelbar in die weitere Therapie der Erkrankung mit ein. So werden Patienten zur Prävention thromboembolischer Ereignisse regelhaft mit Heparinen antikoaguliert; eine ausgeprägte Aktivierung des Immunsystems als Hyperinflammationssyndrom wird mit einer systemischen Glukokortikoidtherapie behandelt [46]. Die Bereitschaft, bei COVID-19-assoziierten Sterbefällen Obduktionen zu veranlassen, wird auch in der Literatur als gering beschrieben [47]. Bei den gesicherten COVID-19-Fällen wurde

vom LS nur bei 18 % der Verstorbenen eine Obduktion angestrebt und bei 11 % der Verstorbenen auch durchgeführt. Das erscheint bei einer neuen Infektionskrankheit nicht viel, ist aber immer noch höher als der durchschnittliche bundesweite Wert für Obduktionen von 5 % aller Verstorbenen mit weiter rückläufiger Tendenz [48, 49].

Obduktionswunsch in Abhängigkeit von Todesart, diagnostischer Sicherheit und Alter

Unser Ziel war es, bei allen 332 COVID-19-assoziierten Sterbefällen im Stadtgebiet München zu untersuchen, ob bestimmte Konstellationen bei der Leichenschau eine Auswirkung auf das Anstreben einer Obduktion durch den LS zeigten. Das konnten wir für 2 Konstellationen belegen: für die attestierte Todesart und für das Sterbealter. Am häufigsten wurde mit jeweils mehr als der Hälfte der Fälle bei den Verstorbenen mit ungeklärter und nichtnatürlicher Todesart eine Obduktion angestrebt, hingegen nur bei einem Fünftel der Fälle mit natürlicher Todesart. Vergleichsdaten aus der Literatur zu dieser Fragestellung liegen den Autoren nicht vor. In der Literatur wird beschrieben, dass umso seltener obduziert wird, je älter der Verstorbene war. In der US-amerikanischen Allgemeinbevölkerung liegt die Obduktionsquote bei Personen über 65 Jahren bei rund 8 %, bei Personen über 90 Jahren liegt sie bei 2,4 % [50]. Keine relevanten Auswirkungen auf den Obduktionswunsch jedoch zeigte die diagnostische Sicherheit. Bei Verstorbenen, bei denen der Verdacht auf eine COVID-19-Infektion bestand, lag der Obduktionswunsch mit 25 % nicht nennenswert höher als bei den Verstorbenen mit gesicherter Diagnose mit 18 %. Möglicherweise hängt das damit zusammen, dass die Notwendigkeit von Obduktionen zur Verifizierung vor dem Versterben gestellter Diagnosen von der Ärzteschaft selten gesehen wird, da die zunehmende Technisierung der medizinischen Diagnosemöglichkeiten einen vermeintlich hieraus resultierenden Qualitätsgewinn mit sich bringt [51], konkret beispielsweise eine für COVID-19 typische Mor-

phologie in der radiologischen Diagnostik.

Limitationen

Es handelt sich um eine Erhebung, für die als Datenquelle ausschließlich die Angaben der leichenschauenden Ärzte in den Todesbescheinigungen zur Verfügung standen. Eine Vollständigkeit der dortigen Eintragungen kann nicht angenommen werden, sodass hier, wie in anderen Studien auch, von fälschlich zu niedrigen Zahlen, beispielsweise bei der Anzahl der angegebenen Begleiterkrankungen ausgegangen wird. Patientenunterlagen standen für die Auswertung nicht zur Verfügung, sodass keine Informationen zum Krankheitsverlauf und zur Diagnostik vorlagen. Somit kann auch eine Einzelfallprüfung der von den leichenschauenden Ärzten vorgenommenen Klassifizierung von gesicherten COVID-19-Fällen oder Verdachtsfällen sowie der Todesursächlichkeit einer COVID-19-Erkrankung nicht erfolgen. Ebenso wenig ist die tatsächliche Anzahl aller Erkrankten im Untersuchungszeitraum bekannt, somit fehlt der Nenner, und es konnten weder Prävalenzen berechnet noch Risikofaktoren statistisch analysiert werden.

Fazit

Es handelt sich bei dieser Studie um die erstmalige Auswertung aller Todesbescheinigungen einer Totalerhebung aus Daten eines Großstadtesamtes im Hinblick auf die neuartige Infektionskrankheit COVID-19. Somit konnten Anzahl und wesentliche Charakteristika der COVID-19-assoziierten Sterbefälle im München während der sog. ersten Welle abgebildet werden. Im Gegensatz zu Sterbefällen bei anderen meldepflichtigen Infektionskrankheiten, wie schwer verlaufenden *C. difficile*-Infektionen [52] ergab sich eine gute Übereinstimmung mit den Meldedaten. Ebenso zeigte sich in unserer Untersuchung eine gute Übereinstimmung mit den in der Literatur beschriebenen Risikofaktoren für einen schweren Verlauf der Erkrankung. Auch wenn die Anzahl durchgeführter Obduktionen in dem untersuchten Kollektiv

in etwa das Doppelte des bundesweiten Durchschnittes aller Sterbefälle beträgt, zeigte sich trotz einer neu aufgetretenen Infektionskrankheit ein eher geringes Interesse der Ärzte an klinisch-pathologischen Obduktionen. Im Vergleich zu Vorerhebungen des GSR waren die ausgefertigten Todesbescheinigungen qualitativ deutlich besser ausgefüllt; gravierende Fehler wie ein falsch bescheinigter natürlicher Tod wurden nicht festgestellt [53, 54].

Ausblick

Obduktionen sind nicht nur wichtig für das Krankheitsverständnis „de sedibus et causis morborum“ und um die Diskussionen Tod „an“ oder „mit“ Corona zu beenden [55]. Vielmehr leiten sich aus den Obduktionen Erkenntnisse ab, die in die Patientenbehandlung miteingehen, wie eine prophylaktische Antikoagulation mit Heparinen, um der u. a. durch die Endotheliitis ausgelösten Hyperkoagulabilität mit potenziell tödlichen Thromboembolien entgegenzuwirken. Aus infektionspräventiver Sicht spricht nichts gegen die Durchführung von Obduktionen bei Infizierten, wenn die erforderlichen Hygienemaßnahmen im Umgang mit den Verstorbenen eingehalten werden [56, 57]. Die Sterblichkeit in Deutschland muss – gerade auch bei einer neuen epidemisch auftretenden Infektionskrankheit – besser und schneller erfasst werden; aussagekräftige Mortalitätsdaten sollten künftig zentral erfasst werden [58, 59].

Korrespondenzadresse

PD Dr. med. habil. S. Gleich
Gessundheitsreferat, LH München
Bayerstr. 28a, 80335 München, Deutschland
sabine.gleich@muenchen.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. S. Gleich, M. Graw, S. Viehöver, S. Schmidt und D. Wohlrab geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien. Die Zustimmung einer Ethikkommission war nicht notwendig.

Literatur

1. WHO (2020) Coronavirus disease 2019 (COVID-19), Situation report 80. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/331778?locale-attribute=de&>. Zugegriffen: 29. Okt. 2020
2. WHO (2020) WHO statement regarding cluster of pneumonia cases in Wuhan, China. <https://www.who.int/china/news/detail/09-01-2020-who-statement-regarding-cluster-of-pneumonia-cases-in-wuhan-china>. Zugegriffen: 29. Okt. 2020
3. Böhmer MM, Buchholz U, Corman VM, Hoch M, Katz K et al (2020) Investigation of a COVID-19 outbreak in Germany resulting from a single travel-associated primary case: a case series. *Lancet Infect Dis* 20(8):920–928
4. Robert Koch-Institut (2020) Täglicher Lagebericht des RKI zur Coronavirus-Krankheit 2019 (COVID 19). https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Situationsberichte/Archiv_M%3%A4rz.html. Zugegriffen: 29. Okt. 2020
5. Robert Koch-Institut (2020) SARS-CoV-2 Steckbrief zur Coronavirus-Krankheit-2019 (COVID-19). https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Steckbrief.html#doc13776792bodyText1. Zugegriffen: 29. Okt. 2020
6. Wu Z, McGoogan JM (2020) Characteristics of and important lessons from the Coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in China: summary of a report of 72314 cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention. *JAMA* 323(13):1239–1242
7. Landeshauptstadt München (2021) Coronavirusfälle in München: Aktuelle Zahlen. <https://www.muenchen.de/rathaus/Stadinfos/Coronavirus-Fallzahlen.html>. Zugegriffen: 29. Sept. 2020
8. Bayerische Staatsregierung (2020) Pressemitteilung Coronapandemie. Bayern ruft den Katastrophenfall aus / Veranstaltungsverbote und Betriebsuntersagungen. <https://www.bayern.de/corona-pandemie-bayern-ruft-den-katastrophenfall-aus-veranstaltungsverbote-und-betriebsuntersagungen/>. Zugegriffen: 29. Sept. 2020
9. Landeshauptstadt München (2020) Kapazitätsmeldungen Betten (eigene, nicht publizierte Daten)
10. Deutsche Gesellschaft für Pathologie (2020) Pressemitteilung: An Corona Verstorbene sollten obduziert werden. <https://www.pathologie-dgp.de/die-dgp/aktuelles/meldung/pressemitteilung-an-corona-verstorbene-sollten-obduziert-werden/>. Zugegriffen: 29. Sept. 2020
11. Dettmeyer R, Ritz-Timme S (2020) Umgang mit (verstorbenen und lebenden) SARS-CoV2 infizierten Personen in der Rechtsmedizin. Gemeinsame Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Rechtsmedizin und des Berufsverband Deutscher Rechtsmediziner (abrufbar unter www.dgrm.de)
12. Dettmeyer R, Laszkowski G, Weber A, Wolter T, Kernbach-Wighton G (2020) Histopathologische Befunde bei therapierter und nichttherapierter SARS-CoV-2-Infektion – Bericht über 3 Autopsien. *Rechtsmedizin* 30:336–343
13. Fitzek A, Sperhake J, Edler C, Schröder AS, Heinemann A, Heinrich F et al (2020) Evidence for systematic autopsies in COVID-19 positive deceased. Case report of the first German investigated COVID-19 death. *Rechtsmedizin* 30:184–189

14. Püschel P, Apfelbacher M (2020) Umgang mit Corona-Toten. Obduktionen sind keinesfalls obsolet. *Dtsch Arztebl* 117(20):A-1058/B-892
15. Johns Hopkins University of Medicine (2020) Coronavirus Resource Center. Mortality in the most affected countries. <https://coronavirus.jhu.edu/data/mortality>. Zugegriffen: 8. Okt. 2020
16. Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit und Pflege (2020) Stand 01. 01.20, 45. Fortschreibung. <https://www.stmgp.bayern.de/gesundheitsversorgung/krankenhaeuser/krankenhaeuser-in-bayern/>. Zugegriffen: 12. Okt. 2020
17. Heudorf U, Gottschalk S (2020) Die COVID-19-Pandemie in Frankfurt am Main: Was sagen die Daten? *Hess Arztebl* 10:548–552
18. Sutton D, Fuchs K, D'Alton M, Goffman D (2020) Universal screening for SARS-CoV-2 in women admitted for delivery. *N Eng J Med* 382(22):2163–2164
19. Takahashi T, Ellingson MK, Wong P, Israelow B, Lucas C, Klein J et al (2020) Sex differences in immune responses that underlie COVID-19 disease outcomes. *Nature* 588(7837):315–320. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2700-3>
20. Palaiodimos L, Kokkinidis DG, Li W, Karamani D, Ognibene J et al (2020) Severe obesity, increasing age and male sex are independently associated with worse in-hospital outcomes, and higher in-hospital mortality, in a cohort of patients with COVID-19 in the Bronx, New York. *Metabolism* 108:154262. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2020.154262>
21. Promislow DEL (2020) A geroscience perspective on COVID-19 mortality. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 75(9):e30–e33. <https://doi.org/10.1093/gerona/glaa094>
22. Tolksdorf K, Buda S, Schuler E, Wieler LH, Haas W (2020) Eine höhere Letalität und lange Beatmungsdauer unterscheiden COVID-19 von schwer verlaufenden Atemwegsinfektionen in Grippewellen. *Epidemiol Bull* 41:3–10
23. Karagiannidis C, Mostert C, Hentschker C, Voshaar T, Malzahn J, Schillinger G et al (2020) Case characteristics, resource use, and outcomes of 10021 patients with COVID-19 admitted to 920 German hospitals: an observational study. *Lancet Respir Med* 8(9):853–862
24. Potere N, Valeriani E, Candeloro M, Tana M, Porreca E, Abbate A et al (2020) Acute complications and mortality in hospitalized patients with coronavirus disease 2019: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 24(1):389
25. Dasch B, Blum K, Gude P, Bausewein C (2015) Place of death: trends over the course of a decade. A population-based study of death certificates from the years 2001 and 2011. *Dtsch Arztebl Int* 112(29–30):496–504
26. Motiwala SS, Croxford R, Guerriere DN, Coyte PC (2006) Predictors of place of death for seniors in Ontario: a population-based cohort analysis. *Can J Aging* 25(4):363–371
27. Ziwayr SR, Samad D, Johnson CD, Edwards RT (2017) Impact of place of residence on place of death in Wales: an observational study. *BMC Palliat Care* 16(1):72. <https://doi.org/10.1186/s12904-017-0261-5>
28. Plenzig S, Held H, Holz F, Gradhand E, Kettner M et al (2020) Infektiosität von COVID-19-Leichen. *Rechtsmedizin* 30:365
29. Schöpfer J, Stenik A, Eberle L, Koeppel MB, Graw M, Gleich S (2019) Attestierung der Infektionsgefahr bei der Leichenschau Auswertung der Dokumentationsleistung zu meldepflichtigen und nichtmeldepflichtigen infektiösen Krankheiten und Krankheitserregern in Münchner Todesbescheinigungen. *Rechtsmedizin* 29:190–202
30. Dreher M, Kersten A, Bickenbach J, Balfanz P, Hartmann B et al (2020) Charakteristik von 50 hospitalisierten COVID-19-Patienten mit und ohne ARDS. *Dtsch Arztebl Int* 117:271–278
31. Tzankov A (2020) Lessons learned from autopsies of COVID-19: deadly disease courses. *Rechtsmedizin* 30:364
32. Wichmann D, Sperhake JP, Lühgeman M, Steurer S, Edler C et al (2020) Autopsy findings and venous thromboembolism in patients with COVID-19: a prospective cohort study. *Ann Intern Med* 173(4):268–277. <https://doi.org/10.7326/M20-2003>
33. Cummings MJ, Baldwin MR, Abrams D, Jacobson SD, Meyer BJ, Balough EM et al (2020) Epidemiology, clinical course, and outcomes of critically ill adults with COVID-19 in New York City: a prospective cohort study. *Lancet* 395:1763–1770
34. Cunningham JW, Vaduganathan M, Claggett BL, Jering KS, Bhatt AS, Rosenthal N et al (2020) Clinical outcomes in young US adults hospitalized with COVID-19. *JAMA Intern Med*. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2020.5313>
35. Vardavas CI, Nikitara K (2020) COVID-19 and smoking: a systematic review of the evidence. *Tob Induc Dis* 18:20. <https://doi.org/10.18332/tid/119324>
36. Public Health England (2020) Excess weight and COVID-19: insights from new evidence on the relationship between excess weight and coronavirus (COVID-19). <https://www.gov.uk/government/publications/excess-weight-and-covid-19-insights-from-new-evidence>. Zugegriffen: 29. Okt. 2020
37. Wang X, Fang X, Cai Z, Wu X, Gao X et al (2020) Comorbid chronic diseases and acute organ injuries are strongly correlated with disease severity and mortality among COVID-19 patients: a systemic review and meta-analysis. *Research (Wash D C)*. <https://doi.org/10.34133/2020/2402961>
38. Williamson EJ, Walker AJ, Bhaskaran K, Bacon S, Bates C, Morton CE et al (2020) Factors associated with COVID-19-related death using Open SAFELY. *Nature* 584(7821):430–436
39. Da BL, Im GY, Schiano TD (2020) Covid-19 hangover. A rising tide of alcohol use disorder and alcohol associated liver disease. *Hepatology*. <https://doi.org/10.1002/hep.31307>
40. Viehöver S, Peschel O, Graw M, Gleich S (2019) Ordnungswidrigkeiten bei Leichenschau und Ausstellen der Todesbescheinigung Erfahrungen eines Großstadtgesundheitsamtes. *Rechtsmedizin* 29:110–116
41. Toth C (2010) Obduktionen 2010. *Pathologie* 31:297–302
42. Farkash EA, Wilson AM, Jentzen JM (2020) Ultrastructural evidence for direct renal infection with SARS-CoV-2. *J Am Soc Nephrol* 31:1–5
43. Konopka KE, Wilson A, Myers JL (2020) Postmortem lung findings in an asthmatic with corona virus disease 2019 (COVID-19). *Chest* 158(3):e99–e101. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2020.04.032>
44. Li Y, Xiao S-Y (2020) Hepatic involvement in COVID-19 patients: pathology, pathogenesis and clinical implications. *J Med Virol* 92:1491–1494. <https://doi.org/10.1002/jmv.25973>
45. Menter T, Haslbauer JD, Nienhold R, Savic S, Hopfer H et al (2020) Postmortem examination of COVID-19 patients reveals diffuse alveolar damage with severe capillary congestion and variegated findings in lungs and other organs suggesting vascular dysfunction. *Histopathology* 77(2):198–209. <https://doi.org/10.1111/his.14134>
46. Ständiger Arbeitskreis der Kompetenz- und Behandlungszentren für Krankheiten durch hochpathogene Erreger am Robert Koch-Institut (2020) Hinweise zu Erkennung, Diagnostik und Therapie von Patienten mit COVID-19. www.rki.de/covid-19-therapie-stakob. Zugegriffen: 12. Okt. 2020
47. Pomara C, Li Volti G, Cappello F (2020) nCOVID-19 deaths: Are we sure it is pneumonia? Please, autopsy, autopsy, autopsy! *J Clin Med* 9(5):1259. <https://doi.org/10.3390/jcm9051259>
48. Madea B, Weckbecker K (2020) Rückläufige Obduktionszahlen in Deutschland. In: *Todesfeststellung und Leichenschau für Hausärzte*. Springer, Berlin, Heidelberg
49. Grassow-Narik M, Wessolly M, Friemann J (2017) Obduktionszahlen in Deutschland. *Pathologie* 38:422–429
50. Ahronheim JC, Bernholz AS, Clark WD (1983) Age trends in autopsy rates striking decline in late life. *JAMA* 250(9):1182–1186
51. Ermenc B (2000) Comparison of the clinical and post mortem diagnoses of the causes of death. *Forensic Sci Int* 114:117–119
52. Gleich S, Schaffer A, Mai C, Schick S, Hirl B (2017) C. difficile-assoziierte Todesfälle 2013–2016 in München und Nürnberg – Meldeverhalten und Patientencharakteristika. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 60:1067–1074
53. Gleich S, Schweitzer S, Kraus S, Graw M (2015) Ärztliche Leichenschau, Qualität ausgestellter Todesbescheinigungen aus Sicht eines Großstadtgesundheitsamtes. *Rechtsmedizin* 25:523–530
54. Gleich S, Viehöver S, Stähler P, Graw M, Kraus S (2017) Falsch bescheinigter natürlicher Tod nach ärztlicher Leichenschau – ein immer aktuelles Thema. *Rechtsmedizin* 27:2–7
55. Dirnhofer R (2020) Neues Virus „De Sedibus et Causis Morborum“. *Rechtsmedizin* 30:363
56. Gleich S, Kapfhammer W, Graw M, Schöpfer J, Kraus S (2017) Risikobasierte Infektionsprävention im Sektionssaal. *Rechtsmedizin* 27:207–228
57. Schröder AS, Edler A, Heinemann A, Klein A, Muschumba H et al (2020) Zum Umgang mit SARS-CoV-2-infizierten Verstorbenen. *Rechtsmedizin* 30:365
58. Gleich S, Weber S, Kuhn J (2019) Das Unbehagen mit der Leichenschau und der Todesursachenstatistik—A never-ending story? *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 62:1413–1414
59. Schneider N, Müller U, Klüsener S (2020) Sterblichkeit in Deutschland muss besser besser und schneller erfasst werden – Lehren aus der COVID-19 Pandemie. <https://www.bib.bund.de/DE/Aktuelles/2020/2020-06-29-BiB-Working-Paper-Sterblichkeit-in-Deutschland-muss-besser-und-schneller-erfasst-werden.html>. Zugegriffen: 29. Okt. 2020